

新能源风力机控制系统研究

王光明 谷礼君 王陆加

华能新能源股份有限公司辽宁分公司 辽宁 沈阳 110000

摘要: 新能源风力机控制系统软件设计是实现风能高效利用的关键之一。在软件设计中, 选择适合的操作系统并进行优化是基础。常用的操作系统包括Linux和Windows, 需要根据实际需求进行选择。Linux作为一种稳定的工业控制操作系统, 适合为控制系统提供稳定的运行环境, 而Windows则作为一种易用的操作系统, 方便进行系统开发和调试。在选定操作系统后, 需要对操作系统进行优化和裁剪以提高实时性和稳定性。

关键词: 新能源; 风力机; 控制系统

引言: 随着新能源技术的迅速发展和广泛应用, 风力发电作为绿色、可再生的能源形式, 在全球范围内得到了广泛关注和大力推广。风力机是风力发电系统的核心组成部分, 其性能和运行稳定性对于整个风电系统的效率和可靠性有着至关重要的影响。因此, 对新能源风力机控制系统的研究具有重要意义。

1 风力机控制系统的概述和特点

风力机控制系统主要包括主控制器、传感器、执行器和电源等部分。主控制器负责接收、处理传感器的信号, 并控制执行器动作, 以实现风力机的稳定运行。传感器主要用于监测风速、风向、转速等参数, 并将信号传输给主控制器。执行器则根据主控制器的指令, 调节风力机的运行状态, 如改变叶片角度、调整发电机转速等。电源则为整个控制系统提供所需的电能。风力机控制系统是风力发电系统中至关重要的一部分, 其特点主要包括以下几个方面: (1) 适应风速变化: 风力机控制系统能够根据风速的变化, 自动调整风力机的运行状态, 以保证风能的最大化利用。在风速较高时, 控制系统可以使风力机保持较高的转速, 从而增加发电量; 在风速较低时, 控制系统可以降低风力机的转速, 避免过度消耗风能, 同时减少对风力机的冲击。(2) 载荷控制: 风力机在运行过程中需要承受较大的空气动力载荷和机械载荷。控制系统通过对风力机的载荷进行控制, 可以减少风力机受到的冲击和振动, 提高其运行稳定性和可靠性。(3) 最大功率跟踪控制: 风力发电系统的目标是最大化利用风能。控制系统通过最大功率跟踪控制策略, 可以使风力机在各种风速下都能实现最大功率输出, 从而提高整个风电系统的发电效率和经济效益^[1]。

(4) 远程监控和管理: 现代风力机控制系统可以通过各种传感器和计算机技术实现对风力机的远程监控和管理。这样不仅可以实时获取风力机的运行状态和各项参

数, 还可以对风力机进行远程操作和控制, 提高其运行效率和维护便利性。(5) 智能化和自动化: 风力机控制系统涉及到多个子系统和传感器, 需要进行集成和优化。通过采用先进的智能化和自动化技术, 可以实现风力机的自主控制和协同作业, 提高整个风电系统的运行效率和稳定性。(6) 安全性: 风力机控制系统具有严格的安全性要求。通过采用多重安全保障机制和故障预防措施, 可以确保风力机的安全运行, 避免意外事故的发生。(7) 可维护性: 风力机控制系统需要具备较高的可维护性, 方便进行定期维护、保养和检修。同时, 控制系统还需要具备故障诊断和预警功能, 以便及时发现并处理潜在问题, 保证整个风电系统的稳定运行。

2 新能源风力机控制策略研究

2.1 最大风能追踪控制

(1) 最大风能追踪控制需要实时监测风速、风向和风力机的转速等参数。这些参数的获取可以通过安装在现代风力机上的传感器进行收集和传输。然后, 控制器利用这些实时数据, 通过特定的控制算法来调整叶片的角度和发电机的转速。这个控制算法是最大风能追踪控制策略的核心部分, 它可以实现根据风速变化来动态调整叶片角度和发电机转速, 以最大限度地捕获和转换风能。(2) 提高风能利用率方面具有显著的效果。通过实时监测和调整, 最大风能追踪控制能够使风力机在各种风速下都能保持最佳的运行状态, 从而最大限度地从风中捕获和转换能量。这种控制策略不仅能够提高风力机的功率输出, 降低能量损失, 而且还能提高整个风电系统的发电效率和经济效益。(3) 最大风能追踪控制策略的研究和应用对于新能源风力机的发展具有重要意义。随着新能源技术的不断发展和推广, 对高效、可靠和环保的风力发电技术需求日益增长。而最大风能追踪控制策略的研究和应用将有助于提高风力机的性能和可靠

性,推动新能源领域的发展和推广。

2.2 载荷优化控制

载荷优化控制是一种旨在优化风力机的载荷控制策略,在保证风力机安全运行的前提下,通过降低风力机承受的载荷来提高其运行效率和可靠性。(1)通过在风力机叶片上安装变桨系统,可以实现根据风速调整叶片角度,降低风能转化过程中的冲击载荷。这种变桨系统通常由液压或电动系统驱动,可以根据风速和风向的变化,实时调整叶片的角度,使风力机在捕获和转换风能的过程中保持稳定的运行状态。通过这种方式,载荷优化控制能够显著降低风力机承受的载荷,提高其运行效率和可靠性^[2]。(2)采用弹性基础等减震措施。通过在风力机底部采用弹性基础,能够有效地吸收和分散风力机运行过程中产生的震动和冲击载荷。这种减震措施能够进一步降低风力机承受的载荷,提高其运行稳定性和可靠性。

2.3 智能控制算法应用

近年来,随着人工智能技术的不断发展,智能控制算法在风力机控制系统中的应用越来越广泛。这些智能控制算法能够根据历史数据预测风速、风向等参数的变化趋势,并据此调整控制策略,提高风能利用率和系统稳定性。(1)模糊控制是一种基于模糊集合理论的控制算法,它能够将复杂的控制问题转化为简单的模糊集合运算。在风力机控制系统中,模糊控制算法可以应用于叶片角度和发电机转速的调整。通过建立风速、风向和转速等参数的模糊集合,控制系统能够根据历史数据预测未来的风速和风向变化,并据此调整叶片角度和发电机转速,提高风能利用率和系统稳定性。(2)神经网络是一种模拟人类神经系统工作方式的算法,它能够学习和适应各种复杂的输入输出关系。在风力机控制系统中,神经网络可以应用于风速、风向和转速等参数的预测和控制。通过训练神经网络模型,控制系统能够学习到历史数据中的输入输出关系,并根据这些关系预测未来的风速和风向变化,以及调整叶片角度和发电机转速,提高风能利用率和系统稳定性。

3 新能源风力机控制系统硬件设计

3.1 控制器设计

(1)控制器需要具备较高的处理能力,以便能够实时处理和响应各种控制信号和传感器数据。因此,控制器通常会选择具有较高主频和运算能力的处理器,如DSP、FPGA或微控制器等。这些处理器能够快速处理数据,实现精确和可靠的控制系统。(2)控制器需要具备可靠的硬件电路设计,以确保系统的稳定性和可靠性。

硬件电路的设计需要考虑电路的抗干扰性能、电源的稳定性以及接口的兼容性等因素。同时,为了确保控制器的可扩展性,控制器应具有可扩展的接口和模块化的设计方法。这样可以在需要时方便地增加或更新硬件模块,以适应新的控制策略和功能需求。(3)考虑可维护性和可升级性。为了方便后续的维护和升级,控制器应采用模块化的设计方法,将不同的功能模块进行组合和替换。这样可以使控制器的设计更加灵活,便于进行功能扩展和维护。

3.2 传感器与执行器选择

(1)对于风速和风向的测量,可以采用超声波或激光测速仪等高精度传感器。这些传感器能够快速准确地测量风速和风向的变化,为控制系统提供可靠的数据输入。同时,为了确保传感器的耐用性和可靠性,应选择具有较强抗干扰能力和防风雨性能的传感器,以适应各种复杂的环境条件。(2)对于叶片角度的调整,可以采用电动变桨系统等高可靠性执行器。电动变桨系统可以通过电动机驱动叶片的旋转,实现叶片角度的精确调整。为了确保执行器的可靠性和耐用性,应选择具有良好机械性能和防风雨性能的执行器,同时还应考虑其电路设计和电源供应的稳定性。(3)在选择传感器和执行器时,还应考虑其与控制器的兼容性和扩展性。传感器和执行器应能够与控制器进行稳定的通信和数据交换,同时还应具备可扩展的接口和模块化的设计方法,以便进行功能扩展和升级。

3.3 电源系统设计

(1)电源系统应确保供电的稳定性。控制系统各部件需要稳定的电压和电流供应,以保障其正常运行。因此,电源系统应选择具有稳压、稳流功能的电源,以确保输出电压和电流的稳定性。同时,为了应对风速和风向的变化,电源系统还应具备宽输入范围和抗干扰能力强的特点,以满足不同条件下的供电需求。(2)电源系统应考虑供电的可靠性。风力机运行环境较为复杂,电源系统需要能够应对各种异常情况,如短暂的风电中断、雷击等。因此,电源系统应具备过压保护、过流保护、防雷保护等功能,以保障控制系统各部件的安全运行。此外,为了提高电源系统的可靠性,还可以采用冗余电源设计,即主备电源同时供电,互为备份,确保控制系统在电源故障时仍能保持正常运行^[3]。(3)考虑可维护性和可升级性。随着技术的不断发展和应用需求的增加,新能源风力机控制系统需要进行不断的升级和改进。因此,电源系统应采用模块化的设计方法,将不同的功能模块进行组合和替换,方便进行功能扩展和升

级。同时,为了方便日常维护和故障排除,电源系统还应具备智能监控和故障诊断功能,实时监测电源运行状态和故障情况,为维护人员提供准确的故障信息和解决方案。

4 新能源风力机控制系统软件设计

4.1 操作系统选择与优化

常用的操作系统包括Linux、Windows等,它们具有不同的特点和优势。在选择操作系统时,需要根据实际需求进行权衡和选择。(1) Linux是一种开源的操作系统,具有稳定、可靠、安全等特点,适合于工业控制和嵌入式系统等领域。在风力机控制系统中, Linux可以作为一个可靠的基础平台,为控制系统提供稳定的运行环境。同时, Linux还具有丰富的开源软件和工具,方便进行系统开发和调试。(2) Windows是一种常用的操作系统,具有界面友好、易用性强等特点,适合于桌面应用和一般工业控制等领域。在风力机控制系统中, Windows也可以作为可选的操作系统之一。由于Windows具有广泛的应用和支持,使用Windows可以缩短开发周期,并且方便进行系统维护和升级。(3) 在选择操作系统之后,为了提高系统的实时性和稳定性,还需要对操作系统进行优化和裁剪。在风力机控制系统中,实时性是非常重要的性能指标之一。为了确保系统的实时性,可以采用实时内核技术,将操作系统内核与应用程序分离,减少内核与应用程序之间的相互干扰和影响。同时,还可以对操作系统进行裁剪和定制,去除不必要的服务和功能模块,减少系统开销和资源占用,提高系统的响应速度和运行效率。(4) 在优化操作系统时还可以考虑采用多任务处理技术,将控制系统中的各个任务划分为独立的进程或线程,实现并行处理和协同工作。这样可以提高系统的处理能力和响应速度,减少任务之间的等待时间和系统负载。

4.2 控制算法实现

(1) 控制算法需要与前面确定的控制策略相匹配。在最大风能追踪控制策略中,控制算法需要通过对历史数

据进行分析和处理,预测未来的风速和风向变化,从而调整叶片角度和发电机转速,实现最大风能追踪。在载荷优化控制策略中,控制算法需要对叶片角度和发电机转速进行实时监测和调整,以降低风能转化过程中的冲击载荷,提高风能利用率和系统稳定性。(2) 控制算法需要考虑系统稳定性和响应速度。在风力机控制系统中,系统稳定性和响应速度是非常重要的性能指标。控制算法的实现需要确保系统的稳定性和响应速度。例如,在模糊控制中,需要选择合适的隶属函数和模糊规则,使控制系统具有较好的动态性能和静态性能。在神经网络中,需要选择合适的网络结构和参数设置,使控制系统具有较好的学习和适应能力。(3) 考虑可维护性和可升级性。随着技术的不断发展和应用需求的增加,新能源风力机控制系统需要进行不断的升级和改进。因此,控制算法的实现需要采用模块化的设计方法,将不同的功能模块进行组合和替换,方便进行功能扩展和升级。同时,为了方便日常维护和故障排除,控制算法的实现还需要具备智能监控和故障诊断功能,实时监测控制系统运行状态和故障情况,为维护人员提供准确的故障信息和解决方案。

结束语:总之,本文对新能源风力机控制系统的软件设计进行了深入探讨,介绍了操作系统选择与优化以及控制算法实现等方面的研究。通过选择适合于风力机控制系统的操作系统并进行优化和裁剪,可以提高系统的实时性和稳定性;同时,实现与控制策略相匹配的控制算法,考虑系统稳定性和响应速度、可维护性和可升级性等方面的要求,可以提高风力机的性能和可靠性。

参考文献

- [1]周海峰,王剑飞,郭鹏.风力发电控制系统研究[J].电机控制与应用,2022,26(3):45-49.
- [2]张宇,王超,王志强.基于新能源风力机控制系统研究[J].电力电子技术,2021,55(6):67-71.
- [3]刘洋,王宁,王迪.新能源风力机控制系统优化[J].信息技术,2020,44(11):34-38.